

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-31751

(43) 公開日 平成8年(1996)2月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/50

C 2 3 F 4/00

A 9352-4K

H 0 1 L 21/ 302

B

F

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-163470

(22) 出願日 平成6年(1994)7月15日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 金尾 寛人

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 新井 宏和

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

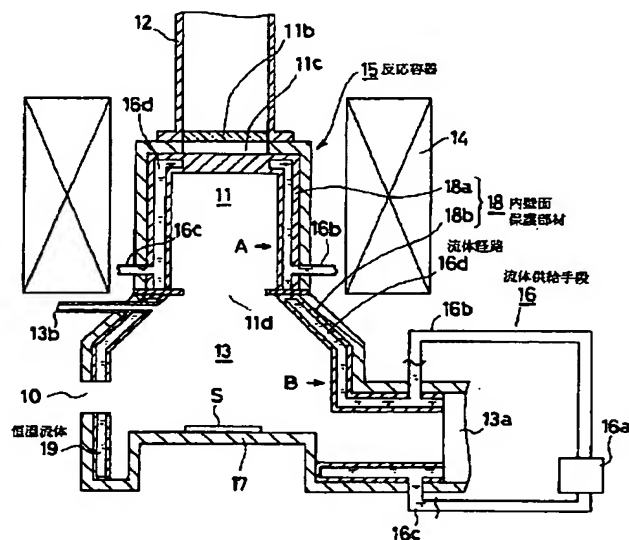
(74) 代理人 弁理士 井内 龍二

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【構成】 反応容器15内壁面の全面をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護部材18が反応容器15内に配設されたプラズマ処理装置において、内壁面保護部材18の内部に流体経路16dが形成され、流体経路16dに恒温流体19を供給する流体供給手段16を備えているプラズマ処理装置。

【効果】 内壁面保護部材18と恒温流体19との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれるため、また恒温流体19の温度と循環量とを制御することにより内壁面保護部材18を一定温度に保つことができ、内壁面保護部材18の温度を容易に均一化することができる。このため、内壁面保護部材18と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和させることができ、内壁面保護部材18の表面に付着した付着物の剥離を最小限に抑制することができる。したがってパーティクルによる試料Sの汚染を少なくすることができ、汚染に起因するウエハの品質低下を軽減することができ、しかもプラズマ処理装置の稼働率の向上を図ることができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応容器内壁面の全面もしくは一部をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護部材が反応容器内に配設されたプラズマ処理装置において、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えていることを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプラズマ処理装置に関し、より詳細には試料に対してエッチング、薄膜形成等のプラズマ処理を施すためのプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ドライ処理プロセスは、LSI 製作時に必要とされる高精細なパターン形成工程の中で用いられ、ドライ処理を行うための装置のひとつとして、マイクロ波を用い、電子サイクロトロン共鳴 (ECR: Electron Cyclotron Resonance) を利用したプラズマ処理装置がある。

【0003】 ECR 励起によりプラズマを発生させる装置は、低ガス圧力下において活性度の高いプラズマを生成させることができ、イオンエネルギーの広範囲な選択が可能であり、また大きなイオン電流が得られ、イオン流の指向性、均一性に優れる等の利点を有しているため、高集積半導体素子等の製造に欠かせないものとしてその研究開発が進められている。

【0004】 図 6 は従来の ECR 励起を利用するプラズマ処理装置を概略的に示した断面図であり、図中 31 はプラズマ生成室を示している。プラズマ生成室 31 の上部壁中央には石英ガラス板 31b を用いて封止されたマイクロ波導入口 31c が形成されており、マイクロ波導入口 31c には他端が図示されていないマイクロ波発振器に接続された導波管 32 の一端が接続されている。さらにプラズマ生成室 31 の下部壁中央には、マイクロ波導入口 31c と対向する箇所にプラズマ引き出し窓 31d が形成されており、プラズマ引き出し窓 31d に臨ませて試料室 33 が配設されている。プラズマ生成室 31 及びこれに接続された導波管 32 の一端部にわたる周囲には、これらを圍繞する態様でこれらと同心状に励磁コイル 34 が配設されている。

【0005】 試料室 33 内にはプラズマ引き出し窓 31d と対向する箇所に載置台 37 が配設され、載置台 37 上には、試料室 33 の側壁に開口された搬入口 30 から搬入されるウエハ等の試料 S が、静電吸着等の手段を用いて着脱可能に載置され、試料室 33 の下部側壁には、図示しない排気装置に接続された排気口 33a が形成されている。また、図中 33b は試料室 33 に連通するガス供給系を示している。

2

【0006】 プラズマ生成室 31 の内周壁にはベルジャ 38a が配設されており、また、プラズマ引き出し窓 31d が開口された上部壁を除く試料室 33 の内周壁には防着部材 38b が配設され、これらベルジャ 38a 及び防着部材 38b から内壁面保護部材 38 が構成されている。これらベルジャ 38a 及び防着部材 38b は、プラズマ生成室 31 及び試料室 33 を構成する反応容器 35 の内周壁にプラズマが直接照射されることによって生ずる重金属汚染を防止することを目的としており、内壁面保護部材 38 の材料としては石英ガラスやアルミニウム (以下 A1 と記す) 等が用いられている。

【0007】 このように構成されたプラズマ処理装置を用い、試料 S にエッチングや CVD 等のプラズマ処理を施す場合、まずプラズマ生成室 31 及び試料室 33 内を所要の真空度に設定した後、反応容器 35 内にガス供給管 33b からガスを供給し、励磁コイル 34 に直流電流を流して磁界を形成しつつ、マイクロ波導入口 31c を通じてプラズマ生成室 31 内にマイクロ波を導入し、プラズマ生成室 31 を空洞共振器としてガスを共鳴励起させ、プラズマを生成させる。励磁コイル 34 により形成され、試料室 33 側に向かうにしたがって磁束密度が低下する発散磁界により、生成したプラズマは試料室 33 内の試料 S 周辺に投射され、これにより試料 S 表面がプラズマ処理される。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記したプラズマ処理装置においては、ウエハのプラズマ処理枚数を重ねるごとに、プラズマ処理中に生成した物質が内壁面保護部材 38 に付着し、この付着物が厚くなると剥離してパーティクルとなり、試料 S の上に落下してプラズマエッチング時のエッチング不良やプラズマ CVD 時の成膜不良を起こす。これを避けるため、剥離量が多くなる前にプラズマ処理装置を停止し、内壁面保護部材 38 の洗浄または交換を行っているが、LSI を作製する場合、この作業が装置の稼働率を下げ、生産性の向上の妨げになっている。このため、装置の連続稼働時間の延長 (連続処理枚数の増大) が要求されている。

【0009】 この対策の一つとして、内壁面保護部材 38 の外側に加熱ヒータ等を配設し、パワー等の制御により内壁面保護部材 38 を一定温度にする方法が採られている。

【0010】 図 7 は内壁面保護部材 38 に加熱手段 39 が配設されたプラズマ処理装置の模式的断面図である。内壁面保護部材 38 の外側には電気抵抗体 39a が配設されており、電力導入端子 39b から電気抵抗体 39a に電力が供給されるとジュール熱が発生する。このジュール熱により、内壁面保護部材 38 が加熱される。こうしたプラズマ処理装置は、内壁面保護部材 38 と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を減少させることにより、付着物の膜にき裂が発生し、これが剥離

してパーティクルになるのを防止しようとするものである。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、プラズマによる発生熱のためプラズマ生成室 31、試料室 33 内の温度は不均一になり易く、多くの箇所の温度を測定してパワー制御を行なっても内壁面保護部材 38 の温度を均一化することが難しいという課題があった。また、パワーをオフしてもプラズマ照射により内壁面保護部材 38 の温度が上昇する場合もあり、また、プラズマ非処理時には内壁面保護部材 38 の温度は下がり内壁面保護部材 38 の温度を一定にすることが難しいという課題があった。

【0012】本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、内壁面保護部材のあらゆる箇所における温度を容易に均一化して一定にすることができ、プラズマ処理によって生じる付着物が前記内壁面保護部材から剥離するのを防ぎ、パーティクルの発生に基づくウエハの品質低下を防ぐことができ、しかも装置の稼働率を向上させることができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係るプラズマ処理装置は、反応容器内壁面の全面もしくは一部をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護部材が反応容器内に配設されたプラズマ処理装置において、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えていることを特徴としている。

#### 【0014】

【作用】本発明に係るプラズマ処理装置によれば、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えているので、前記内壁面保護部材と前記恒温流体との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれ、また、前記恒温流体の温度と循環量とを制御することにより前記内壁面保護部材が一定温度に保たれ、前記内壁面保護部材の温度が容易に均一化される。このため、前記内壁面保護部材と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力が緩和され、前記内壁面保護部材の表面に付着した付着物の剥離が抑制されることとなる。したがってパーティクルによるウエハの汚染が減少し、汚染に起因するウエハの品質低下が軽減され、またプラズマ処理装置の稼働率の向上が図られる。

#### 【0015】

【実施例及び比較例】以下、本発明に係るプラズマ処理装置の実施例を図面に基づいて説明する。図 1 は実施例に係るプラズマ処理装置を模式的に示した断面図であり、図中 11 はプラズマ生成室を示している。プラズマ

生成室 11 の上部壁中央には石英ガラス板 11b を用いて封止されたマイクロ波導入口 11c が形成されており、マイクロ波導入口 11c には他端が図示されていないマイクロ波発振器に接続された導波管 12 の一端が接続されている。さらにプラズマ生成室 11 の下部壁中央には、マイクロ波導入口 11c と対向する箇所にプラズマ引き出し窓 11d が形成されており、プラズマ引き出し窓 11d に臨ませて試料室 13 が配設されている。プラズマ生成室 11 及びこれに接続された導波管 12 の一端部にわたる周囲には、これらを囲繞する態様でこれらと同心状に励磁コイル 14 が配設されており、プラズマ生成室 11 及び試料室 13 は反応容器 15 により構成されている。

【0016】試料室 13 内にはプラズマ引き出し窓 11d と対向する箇所に、載置台 17 が配設され、載置台 17 上には、試料室 13 の側壁に開口された搬入口 10 から搬入されるウエハ等の試料 S が、静電吸着等の手段を用いて着脱可能に載置され、試料室 13 の下部側壁には、図示しない排気装置に接続される排気口 13a が形成され、試料室 13 にはガス供給管 13b が接続されている。

【0017】プラズマ生成室 11 の内周壁には不透明石英ガラスを用いて形成されたベルジャ 18a が配設されており、またプラズマ引き出し窓 11d が開口された試料室 13 の上部壁を除く試料室 13 の内周壁には、同じく不透明石英ガラスを用いて形成された防着部材 18b が配設され、これらベルジャ 18a 及び防着部材 18b により内壁面保護部材 18 が構成されている。この内壁面保護部材 18 の内部には恒温流体 19 を通流させる流体経路 16d が形成されており、流体経路 16d には流体導入管 16b、流体排出管 16c の一端がそれぞれ脱着可能に接続されている。また流体導入管 16b 及び流体排出管 16c の他端には恒温チラー 16a が接続され、これら恒温チラー 16a、流体導入管 16b、流体排出管 16c により流体供給手段 16 が構成されており、恒温チラー 16a を用いて所望の温度に保たれた恒温流体 19 が、所望の通流速度で流体経路 16d を循環させられるようになっている。

【0018】このように構成されたプラズマ処理装置を用いて試料 S にエッチングや CVD 等のプラズマ処理を施す場合、まず所定の通流速度で恒温流体 19 を流体経路 16d 内に循環させ、内壁面保護部材 18 が一定温度となるように制御する。次に載置台 17 に試料 S を載置した後、プラズマ生成室 11 及び試料室 13 内を所要の真空度に設定し、ガス供給管 13b を通じて反応容器 15 内にガスを供給し、励磁コイル 14 に直流電流を流して磁界を形成しつつマイクロ波導入口 11c を通じてプラズマ生成室 11 内にマイクロ波を導入し、プラズマ生成室 11 を空洞共振器としてガスを共鳴励起させ、プラズマを生成させる。励磁コイル 14 への通電によりプラ

ズマ生成室11のほぼ全域にわたって試料室13側に向かうにしたがい磁束密度が低下する発散磁界が一様に形成され、この発散磁界により試料Sにプラズマが均一な密度で投射される。そして試料S表面のプラズマ処理が終了すると、マイクロ波及びガスの導入を停止してプラズマを切り、試料Sを交換する。上記処理を繰り返す間、内壁面保護部材18の温度を常に一定に保つことができる。

【0019】図2は本発明に係るプラズマ処理装置の別の実施例を示す断面図であり、図1と同一機能を有する部品には同一の符号を付すものとする。図2において、マイクロ波導入口11cと接する上部壁を除くプラズマ生成室11の内周壁にはA1などの金属を用いて形成されたベルジャ28aが配設されており、またプラズマ引き出し窓11dが開口された上部壁を除く試料室13の内周壁には、同じくA1などの金属を用いて形成された防着部材28bが配設され、これらベルジャ28a及び防着部材28bにより内壁面保護部材28が構成されている。内壁面保護部材28と反応容器15の内周壁との間には所定距離が確保されており、この空間が恒温流体19を通流させる流体経路16dとなっている。流体経路16dには流体導入管16b、流体排出管16cの一端がそれぞれ脱着可能に接続されている。また流体導入管16b及び流体排出管16cの他端には恒温チラー16aが接続されている。

【0020】上記構成においては、内壁面保護部材28のマイクロ波導入口11cに接する部分に孔11eが形成されることにより、内壁面保護部材28がA1などの金属によって形成される場合においてもマイクロ波の透過が妨げられることがなく、結果として図1に示すプラズマ処理装置と同様の効果を得ることができる。

【0021】図3は実施例1及び比較例に係るプラズマ処理装置を用いて試料Sにエッチング処理を行った場合のプラズマ照射時間と内壁面保護部材18の温度変化との関係を示すグラフである。比較例に係るプラズマ処理装置としては図7に示したプラズマ処理装置を用いて実験を行った。内壁面保護部材18、38の温度は、図1、図7に示す矢印A（プラズマ生成室内）、矢印B（反応室内）の部位において測定した値である。実線（1A、1B）は実施例におけるグラフを示し、点線（2A、2B）は比較例におけるグラフを示している。

【0022】エッチングにはC12ガスとO2ガスとの混合ガスを用い、該混合ガスの流量は、C12ガス/O2ガスが50/8sccmであり、混合ガス圧力は1.5mTorrとした。マイクロ波パワーは1.5kWとし、RFパワーは50Wとし、試料Sとしてはポリシリコン膜付きの直径が6インチのウエハを用い、また恒温流体19にはシリコンオイルを使用した。また、予め内壁面保護部材18、38を80℃に設定した上で実施例、比較例の両実験を行い、実施例においては恒温流体

19の温度を85℃に設定し、比較例においては内壁面保護部材38を80℃に設定するべく加熱手段39により調整を行った。

【0023】図3から明らかなように、曲線1Aは曲線2Aよりも、曲線1Bは曲線2Bよりもそれぞれ温度上昇率が低く、特に曲線1Aは曲線2Aと比較し、温度上昇が著しく抑制されていることがわかる。また、曲線1A、曲線1Bにおいては特にプラズマ照射時間40分経過時以降の温度がほぼ一定となっている。これにより、実施例1に係るプラズマ処理装置によれば、プラズマ生成室11内及び反応室13内の内壁面保護部材18の温度変化を抑制することができ、特にプラズマ生成室11内においてはその効果が著しいことがわかった。

【0024】図4は実施例（図1）に係るプラズマ処理装置を用い、試料Sにエッチング処理を施した場合のウエハ処理枚数とパーティクルの増加数との関係を示したグラフであり、図5は比較例（図7）に係るプラズマ処理装置を用い、試料Sにエッチング処理を施した場合のウエハ処理枚数とパーティクル増加数との関係を示したグラフである。横軸はウエハの処理枚数を示しており、縦軸は直径0.3μm以上のパーティクル増加数を示している。エッチングにはC12ガスとO2ガスとの混合ガスを用い、該混合ガスの流量は、C12ガス/O2ガスが50/8sccmであり、混合ガス圧力は1.5mTorrとした。マイクロ波パワーは1.5kWとし、RFパワーは50Wとし、試料Sとしてはポリシリコン膜付きの直径が6インチのウエハを用い、また恒温流体19にはシリコンオイルを使用した。パーティクル増加数の測定は、ウエハ10枚処理毎に、あらかじめパーティクル数を測定しておいたウエハを試料室13、33内に載置し、2分間保持した後、試料室13から取り出して測定を行なった。

【0025】図4、図5から明らかなように、実施例（図1）に係るプラズマ処理装置によれば、600枚処理後もパーティクル増加数は最大で約30個、また平均で約15個であり、ウエハ処理枚数の増加によるパーティクル増加数の極端な変化は見られなかった。これに対し、比較例（図7）に係るプラズマ処理装置によれば、パーティクル増加数は最大で約50個、また平均で約30個であり、ウエハ処理枚数約100個毎に前記パーティクル増加数のピークを迎えるという経時変化が発生している。このような経時変化は、プラズマのon-offと共に起こる内壁保護部材38の温度変化によるストレスで内壁保護部材38に付着した反応生成物が剥離しやすく、また該反応生成物の膜厚がある程度以上になると自重により多量に前記反応生成物が剥離し、突発的にパーティクル数が増加するために起こると考えられる。

【0026】これらの結果から明らかなように、本実施例に係るプラズマ処理装置においては、反応容器15の内壁面をプラズマ雰囲気から保護するための内壁面保護

7

部材 1 8 が反応容器 1 5 内に配設されたプラズマ処理装置において、内壁面保護部材 1 8 の内部に流体経路 1 6 d が形成され、流体経路 1 6 d に恒温流体 1 9 を供給する流体供給手段 1 6 が流体経路 1 6 d に接続されているので、内壁面保護部材 1 8 と恒温流体 1 9 との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれるため、恒温流体 1 9 の温度と循環量とを制御することにより内壁面保護部材 1 8 を一定温度に保つことができ、内壁面保護部材 1 8 の温度を容易に均一化することができる。このため、内壁面保護部材 1 8 と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和させることができ、内壁面保護部材 1 8 の表面に付着した付着物の剥離を最小限に抑制することができる。したがってパーティクルによる試料 S の汚染を少なくすることができ、汚染に起因するウエハの品質低下を軽減することができ、しかもプラズマ処理装置の稼働率の向上を図ることができる。

【0027】また、プラズマの on-off に関係なく内壁面保護部材 1 8 の温度が一定に保たれるため、内壁面保護部材 1 8 の温度変化による前記反応生成物の剥離を阻止してパーティクルの発生を確実に防止することができる。

【0028】上記実施例では恒温流体 1 9 にシリコンオイルを用いたが、別の実施例では加熱温度が略 90℃ 以下の場合、恒温流体 1 9 に水を用いてもよい。

【0029】また、上記実施例ではプラズマエッチング装置の場合を示したが、別の実施例ではプラズマ CVD 装置等においても、恒温流体を所望の温度に設定することにより、上記実施例の場合と同様の効果を得ることができる。

【0030】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係るプラズマ処理装置にあつては、少なくともプラズマ生成部側に存在する前記内壁面保護部材の内部に流体経路が形成され、該流体経路に恒温流体を供給する流体供給手段を備えているので、前記内壁面保護部材と前記恒温流体との間の熱交換が直接的に効率よく行なわれるため、また恒温流体の温度と循環量とを制御することにより前記防着

8

部材を一定温度に保つことができ、前記内壁面保護部材の温度を容易に均一化することができる。このため、前記内壁面保護部材と付着物との間の熱膨張係数差によって生じる熱応力を緩和させることができ、前記内壁面保護部材の表面に付着した付着物の剥離を最小限に抑制することができる。したがってパーティクルによる試料 S の汚染を少なくすることができ、汚染に起因するウエハの品質低下を軽減することができ、しかもプラズマ処理装置の稼働率の向上を図ることができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るプラズマ処理装置の実施例を示した模式的断面図である。

【図 2】本発明に係るプラズマ処理装置の別の実施例を示した模式的断面図である。

【図 3】実施例及び比較例に係るプラズマ処理装置を用いて試料 S にプラズマ処理を施した場合の、プラズマ照射時間と内壁面保護部材の温度変化との関係を示したグラフである。

20 【図 4】実施例に係るプラズマ処理装置を使用し、内壁面保護部材の温度を 80℃ に設定して試料 S にエッチング処理を施した場合における、ウエハ処理枚数とパーティクル増加数との関係を示したグラフである。

【図 5】比較例に係るプラズマ処理装置を使用し、内壁面保護部材の温度を 80℃ に設定して試料 S にエッチング処理を施した場合における、ウエハ処理枚数とパーティクル増加数との関係を示したグラフである。

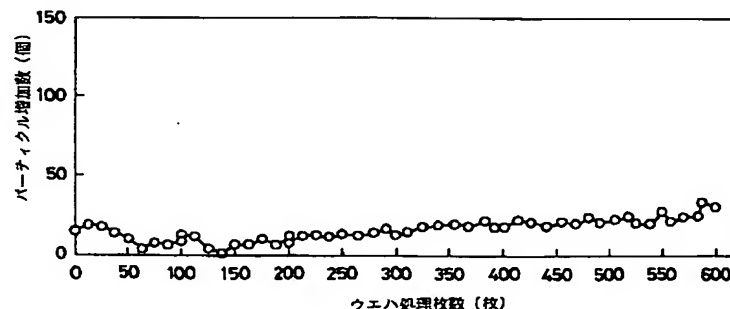
【図 6】従来のプラズマ処理装置を示した模式的断面図である。

30 【図 7】プラズマ処理装置の別の従来例を示した模式的断面図である。

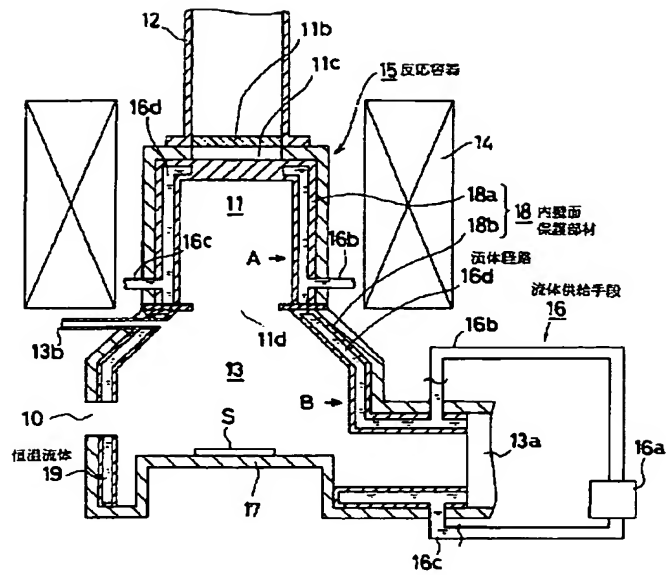
【符号の説明】

- |     |         |
|-----|---------|
| 1 1 | プラズマ生成室 |
| 1 3 | 試料室     |
| 1 5 | 反応容器    |
| 1 6 | 流体供給手段  |
| 1 8 | 内壁面保護部材 |
| 1 9 | 恒温流体    |

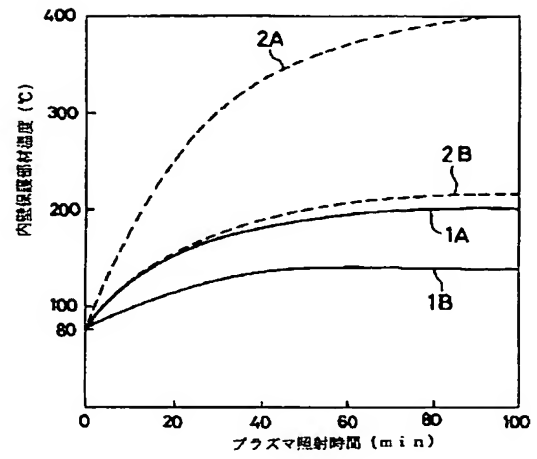
【図 4】



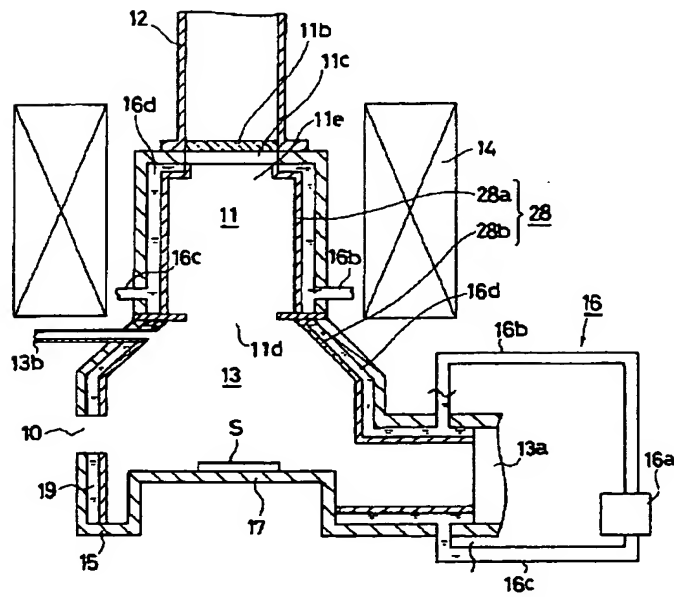
【図 1】



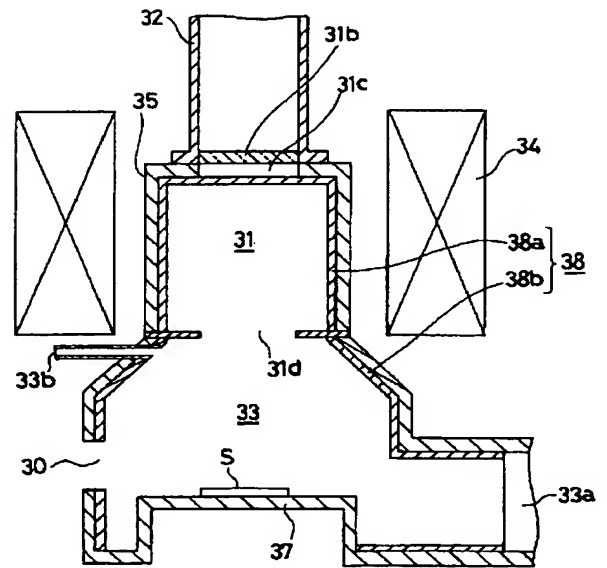
【図 3】



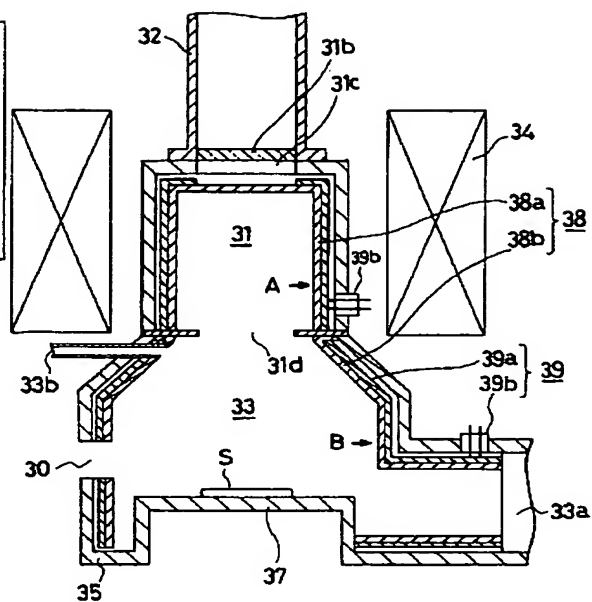
【図 2】



【図 6】



【图 7】



### 技術表示箇所

B